

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-56787

(P2004-56787A)

(43) 公開日 平成16年2月19日 (2004.2.19)

(51) Int. Cl. ⁷		F I		テーマコード (参考)	
HO4L	12/56	HO4L	12/56	100D	5K030
HO4B	7/26	HO4L	12/28	300Z	5K033
HO4L	12/28	HO4B	7/26	A	5K034
HO4L	29/08	HO4L	13/00	307A	5K067
HO4Q	7/38	HO4B	7/26	109K	

審査請求 有 請求項の数 10 OL (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2003-173831 (P2003-173831)
(22) 出願日 平成15年6月18日 (2003.6.18)
(31) 優先権主張番号 174721
(32) 優先日 平成14年6月19日 (2002.6.19)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

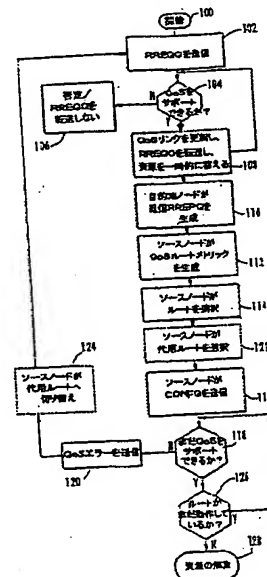
(71) 出願人 594071675
ハリス コーポレーション
Harris Corporation
アメリカ合衆国 フロリダ 32919
メルバーン、ウエスト・ナサ・ブルバード
1025
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(74) 代理人 100091214
弁理士 大貫 進介
(74) 代理人 100107766
弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動アドホックネットワークおよび重み係数を乗じたサービス品質メトリックに基づいて機能を
実行するための方法

(57) 【要約】

【課題】 移動アドホックネットワークにけるソースノードと目的地ノードの間の通信のための方法を提供する。
【解決手段】 この方法は、複数のQoSパラメータに基づいて目的地ノードへのルートを発見するために、サービス品質 (QoS) ルートリクエストをソースノードから目的地ノードへ複数の中間ノードを介して送信する段階を含む。QoSルートリクエストに応答して、ソースノードと目的地ノードの間にある複数の可能性のあるルートが、決定される。この時、可能性のあるルートの方々に関するQoSパラメータの方々に対応するQoSメトリックも決定される。QoSパラメータが、重要さの順番でランク付けされてよく、このランク付けに基づいて各QoSメトリックに重み係数が乗じられてよい。このように、重み係数が乗ぜられたQoSメトリックが比較され、この比較に基づいて複数の可能性のあるルートから1のルートが、メッセージデータの送信のために選択されてよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソースノードと目的地ノードの間に複数の中間ノードを持つ移動アドホックネットワークにおける前記ソースノードと前記目的地ノードの間で通信を行う方法であって：

複数のQoS（サービス品質）パラメータに基づいて前記目的地ノードへのルートを発見するために、QoSルートリクエストを前記複数の中間ノードを介して前記ソースノードから前記目的地ノードへ送信する段階；

前記QoSルートリクエストに回答して、前記ソースノードと前記目的地ノードの間の複数の可能性のあるルートを決定し、当該可能性のあるルートの各々に関する前記QoSパラメータの各々に対応するQoSメトリックを決定する段階；

重要さの順番で前記QoSパラメータをランク付けする段階；

前記QoSパラメータの前記ランキングに基づいて前記QoSメトリックの各々に重み係数を乗じる段階；

前記重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの比較を行い、当該比較に基づいて前記可能性のあるルートから1つのルートを選択する段階；および

前記選択されたルートを介して前記ソースノードから前記目的地ノードへメッセージデータを送信する段階；から構成されることを特徴とする方法。

【請求項2】

前記重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの総和を、前記可能性のあるルートの各々に関して、生成する段階をさらに含み、前記重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの比較が、前記重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの当該総和を比較することにより行われること特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記QoSメトリックがQoSリンクメトリックとQoSノードメトリックを含み、

前記QoSリンクメトリックが、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部への遅延、端部から端部への遅延変動、ホップカウント、期待される経路の耐久性、優先度、1方向性/双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含み、

前記QoSノードメトリックは、バッテリー寿命、移動性、通信容量および位置のうちの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記複数の可能性のあるルートを決定する前記段階は：前記ノードが前記QoSルートリクエストの前記要求QoSパラメータをサポートできるかどうかを決定し、当該ノードが当該要求されるQoSパラメータをサポートできる場合には、当該ノードが、前記他の中間ノードと前記目的地ノードのうちの1のノードに前記QoSル

トリクエストを転送する段階；および

トラベル経路を定義するために、サポート可能なQoSパラメータを持つQoSルートリクエストに関してノード資源を一時的にとっておく段階；

を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記ノードを、前記ソースノードを含むソースクラスターと前記目的地ノードを含む目的地クラスター、前記ソースクラスターと前記目的地クラスターの間にある前記中間ノードを含む少なくとも1つの中間クラスターにグループ分けする段階；および

アクセスポイントを供給するために、前記少なくとも1つの中間クラスターの隣接クラスターターゲットノードを設立する段階であり、前記可能性のあるルートの各々は、隣接クラスターターゲットノードを含むところの段階；

を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記隣接クラスターターゲットノードを設立する前記段階は：

前記ソースノードと前記少なくとも1つの中間クラスターの複数の可能性のあるターゲットノードとの間の複数のターゲットルートを決定し、当該ターゲットルートの各々に関して複数のQoSターゲットパラメータの各々に対応するQoSターゲットメトリックを決定する段階；

重要さの順番で前記QoSターゲットパラメータのランク付けを行う段階；

前記ターゲットパラメータの前記ランク付けに基づいて、前記QoSターゲットメトリックの各々に重み係数を乗じる段階；および

重み係数を乗ぜられたQoSターゲットメトリックの比較を行い、当該比較に基づいて、前記隣接クラスターターゲットノードを選択する段階；

を含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記重み係数を乗ぜられたQoSターゲットメトリックの総和を、前記可能性のあるルートの各々に関して、生成する段階をさらに含み、前記重み係数を乗ぜられたQoSターゲットメトリックの前記比較は、前記重み係数を乗ぜられたQoSターゲットメトリックの前記総和の比較によって行われることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】

複数のノードを有する移動アドホックネットワークのためのノード組織化方法であって：

前記複数のノードをクラスターにグループ分けする段階；

前記クラスターの各々における各ノードに関して、サービス品質（QoS）ノードメトリックを決定する段階で

あり、当該QoSノードメトリックはQoSノードパラメータに対応するところの段階；

重要さの順番で前記QoSノードパラメータのランク付けを行う段階；

前記QoSノードパラメータの前記ランク付けに基づいて、前記QoSノードメトリックの各々に重み係数を乗じる段階；および

所定のクラスターのノードの各々に関して前記重み係数を乗ぜられたQoSノードメトリックをお互いに対して比較し、当該比較に基づいて当該クラスターの所定のクラスターリーダーノードを選択する段階；
を含むことを特徴とするノード組織化方法。

【請求項9】

移動アドホックネットワークであって：

ソースノード；

目的地ノード；および

前記ソースノードと前記目的地ノードの間にある複数の中間ノード；

を含み、

前記ソースノードは、
複数のQoSパラメータに基づいて前記目的地ノードへのルートを発見するために、サービス品質(QoS)ルートリクエストを前記複数の中間ノードを介して前記目的地ノードへ送信し、

前記QoSルートリクエストの応答として、前記目的地ノードへの複数の可能性のあるルートと、前記可能性のあるルートの各々に関する前記QoSパラメータの各々に対応するQoSメトリックを受信し、

重要さの順番で前記QoSパラメータのランク付けを行い、

前記QoSパラメータの前記ランク付けに基づいて、前記QoSメトリックの各々に重み係数を乗じ、

前記重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの比較を行い、当該比較に基づいて前記可能性のあるルートから1のルートを選択し、

前記選択されたルートを介して前記目的地ノードへメッセージデータを送信することを特徴とする移動アドホックネットワーク。

【請求項10】

前記QoSメトリックは、QoSリンクメトリックとQoSノードメトリックを含み、

前記QoSリンクメトリックは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延、端部から端部までの遅延変動、ホップカウント、期待される経路耐久性、優先度、1方向性/双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含み、

前記QoSノードメトリックは、バッテリー寿命、移動性、通信容量および位置のうちの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項9に記載の移動アドホックネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、通信ネットワークの技術分野に関し、特に、移動アドホック無線ネットワーク(mobile ad-hoc wireless networks)およびこれに関連した方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

無線ネットワークの開発は、ここ10年間で、増加した。最も急速に発達している分野のうちの1つが、移動アドホックネットワークである。物理的に、移動アドホックネットワークは、地理学的に分布し、共通無線周波数を持つたくさんの移動可能なノードを含む。セルラーネットワーク(cellular network)または衛星ネットワークのような他のタイプのネットワークと比較すると、移動アドホックネットワークも最も大きな特徴は、固定したインフラストラクチャーがないことである。ネットワークは、移動ノードだけから形成され、ノードがお互いと通信を行うときに、大急ぎで形成される。ネットワークは、特定のノードに依存せず、いくつかのノードがネットワークに参加したまたは他のノードがネットワークから離脱したときに、動的に調整される。

【0003】

固定された通信インフラストラクチャーが信頼できず、または、利用できないような戦場や地震やハリケーンの起こった自然災害エリアのような悪い環境において、アドホックネットワークをすばやく配置することが可能であり、限られているがたくさんの必要とされる通信が与えられる。軍隊が、これらのネットワークの配置の背後でまだ主な活動をしている間に、アドホックネットワークの適用は、市民エリアまたは商業エリアにおいてすばやく新たに見つかる。アドホックネットワークによって、人々が、単にこれらのコンピュータまたはパーソナルデジタルアシスタント(PDA)の電源をオンにするだけでいかなるネットワークを用いることなく、野外またはクラスルームに居てデータを交換することが可能である。

【0004】

無線通信は日常生活に次第に行き渡っているもので、移動アドホックネットワークの新たな適用が現れ続け、通信構造の重要な部分になるであろう。移動アドホックネットワークは、設計者におおきな難題を与える。固定されたインフラストラクチャーが欠如しているため、ノードが移動し、ネットワークに参加し、または、ネットワークから去るにしたがって、複数のノードが自身で組織され、再構成されなければならない。すべてのノードは本質的に同じであり、普通の階層構造やネットワークの中央制御部が存在しない。すべての機能がノードの間に分

配されなければならない。ノードはしばしばバッテリーによって電力を供給され、限られた通信能力と計算能力を持つ。このシステムの帯域幅は、たいいていの場合、制限される。2つのノードの間の距離は、無線送信範囲を超え、送信の目的地に達する前に、送信が他のノードによって中継される。結果として、ネットワークは、他段階構成・マルチホップのトポロジー・接続形態 (multi-hop topology) を持ち、このトポロジーは、ノードが動き回るにつれて、変化する。インターネットエンジニアリングタスクフォース (IETF) の移動アドホックネットワーク (Mobile Ad-hoc Networks (MANET)) は、ルーティングプロトコルやマルチキャストルーティングプロトコルを積極的に評価し、標準化してきた。ノードが移動するにつれて、ネットワークトポロジーが任意に変化するので、情報が古く・不要に (obsolete) になってしまい、別のノードが、しばしば、時間 (情報はあるノードでは古くなってしまい、他のノードでは現在の情報となる場合がある) と空間 (ノードは、隣接範囲内と自分自身からあまり遠くない範囲においてネットワークトポロジーを単に知っている場合がある) の両方において、ネットワークの異なる視点を持つ。

【0005】

ルーティングプロトコルは、頻繁に起こるトポロジー変化とあまり正確でない情報に適合される必要がある。これらの独自の要求のため、これらのネットワークにおけるルーティングは、他のネットワークにおけるルーティングと非常に異なる。1つのネットワーク全体に関して新鮮な情報を集めることは、しばしば、費用がかかり、実用的でない。多くのルーティングプロトコルは、リアクティブの (オンデマンドの) プロトコルである。リアクティブプロトコル (reactive protocol) は、必要なときに、ルーティング情報を集め、目的地に対してルーティングを行い、使用されないルートを維持しない。すべての時に、すべての目的地への最適なルートを維持するプロアクティブプロトコル (proactive protocol) と比べて、この方法によって、ルーティングオーバーヘッド (routing overhead) が、大いに減少させられる。このことは、プロトコルが適合性を持つためには、重要である。AODV (Ad Hoc on Demand Distance Vector) とTORA (Temporally Ordered Routing Algorithm) は、上述のMANETワーキンググループで与えられたオンデマンドルーティングプロトコルを代表するものである。

【0006】

他の様々なルーティングプロトコルの例は、Perkinsの米国特許第5,412,654に開示されているDSVD (Destination Sequence

d Distance-Vector) ルーティング、やHaasの米国特許第6,304,556号に開示されているZRP (Zone Routing Protocol) を含む。ZRPは、プロアクティブとリアクティブの両方のアプローチを用いるハイブリッドプロトコルである。

【0007】

これらの従来のルーティングプロトコルは、ソースノード (source node) から目的地ノードへのルートを選択することにおいて最善努力アプローチ (best effort approach) を用いる。一般的には、途中の段階・ホップ (hops) の数は、そのような最善努力アプローチにおける主な基準である。言い換えると、ホップ・段階の最小の数を持つルートは、送信ルートとして選択される。

【0008】

移動アドホックネットワークにおけるサービス品質 (Quality of Service (QoS)) ルーティングは、増加している関心事である。サービス品質を提供するために、プロトコルは、単にルートを見つけるだけではなく、ルートに沿って資源 (resource) を確保することが必要とされる。ネットワークの限られた共有される帯域幅のため、また、これらの限られた資源を考慮し制御する中央制御部がないため、サービス品質ルートのために必要とされる資源を管理するためにノードはお互いに交渉しなければならない。これは、頻繁に起こるトポロジーの変化によってさらに複雑となる。これらの制限のため、サービス品質ルーティングは、最善努力ルーティングよりも要求することが多い。

【0009】

サービス品質ルーティングアプローチのいくつかの例は、Chenxi Zhuによるタイトルが "Medium Access Control and Quality-of-Service Routing for Mobile Ad Hoc Networks" である2001年の出版物 (publication) と、M. Mirhakkakらによるタイトルが "Dynamic Quality-of-Service for Mobile Ad Hoc Networks" (MITRE Corp.) である2000年の出版物に説明されている。Zhuは、小さい率から中くらいの率でのトポロジー変化を有する小さなネットワークにおいて帯域幅が保証されたサービス品質ルートの設立を議論している。Mirhakkakらは、QoS (サービス品質) の値の範囲を指定する資源蓄えリクエストに関心を向けており、ネットワークがこの範囲内でサービスを提供することが約束される。

【0010】

各ノードにおいて、承認制御が、他のノードからのトラフィック (traffic) を転送するために、実行され

る。一般的には、従来の承認制御プロトコルは、ルートおよび接続に関しての十分な開示のためのプロトコルである。言い換えると、各ノードはすべてのルートおよび他のノードとの接続データを他のノードと共有する。これによって、全体的に見て最善努力ルートが選択される。

【0011】

【特許文献1】

米国特許第5,412,654

【特許文献2】

米国特許第6,304,556号

【特許文献3】

米国特許出願第10/134,715号

【特許文献4】

米国特許出願第10/134,559号

【非特許文献1】

Chenxi Zhuによるタイトルが“Medium Access Control and Quality-of-Service Routing for Mobile Ad Hoc Networks”である2001年の出版物 (publication)

【非特許文献2】

M. Mirhakkakらによるタイトルが“Dynamic Quality-of-Service for Mobile Ad Hoc Networks” (MITRE Corp.) である2000年の出版物

【非特許文献3】

Dasらが開示した1997年の“Routing in Ad-Hoc Networks using Minimum Connected Dominating Sets” (通信に関するIEEE Int. Conf (ICC '97))

【非特許文献4】

Dasらが開示した“Routing in Ad-Hoc Networks using a Spine” (1997年のコンピュータ通信とネットワークに関するIEEE Int. Conf. (IC3N '97))

【非特許文献5】

Sivakumarらによる“The Clade Vertebrata: Spines and Routing in Ad-Hoc Networks” (1988年のコンピュータと通信についてのIEEEシンポジウム)

【発明が解決しようとする課題】

アドホックネットワークの開発の難題は、多数のノードを包含するためにそのようなネットワークを拡張することである。そうするための先行技術の1つの試みは、ス

パインネットワークルーティング (spine routing) を用いることである。このスパインルーティングの例は、Dasらが開示した1997年の“Routing in Ad-Hoc Networks using Minimum Connected Dominating Sets” (通信に関するIEEE Int. Conf (ICC '97)) に説明されている。このアプローチでは、スパインまたはバーチャルバックボーンが、各ネットワークノードがスパインノードから多くて1つのホップ・段階の位置・距離にあるように定義される。世界的なトポロジー (リンク状態) は、各スパインノードで維持される。リンク状態ルーティングアルゴリズムは、すべての目的地への現在のルートを生成するために各スパインノードで実行される。

【0012】

別の関連したアプローチは、CSR (clustered spine routing) である。このCSRは、Dasらが開示した“Routing in Ad-Hoc Networks using a Spine” (1997年のコンピュータ通信とネットワークに関するIEEE Int. Conf. (IC3N '97)) に説明されている。このアプローチは、ノードをクラスターにグループ分けして、二番目の階級レベルをOSRアプローチに加えることによって、スパインルーティングを大きなネットワークへ適用することができるように意図されている。さらに別のアプローチがPSR (partial knowledge spine routing) として知られている。このPSRは、Sivakumarらによる“The Clade Vertebrata: Spines and Routing in Ad-Hoc Networks” (1988年のコンピュータと通信についてのIEEEシンポジウム) に開示されている。

【0013】

上述の先行技術のクラスター/スパインアプローチの各々の1つの共通の特性は、これらのアプローチの各々が、プロアクティブルーティングに頼っていることである。プロアクティブルーティングの1つの潜在的な欠点は、プロアクティブルーティングが、すべての時にすべての目的地への最適なルートを維持するためにかなりの量のルーティングオーバーヘッドを必要とすることである。この問題は、非常に多くのノードを含むアドホックネットワークに適用された場合に、特に際立ちやすい。クラスター/スパインアプローチを実施した場合に直面させられる他の問題・難題は、どのようにノードを効率的にクラスターに関係させ、各クラスターに関してクラスターリーダーノードを指定するかということである。

【0014】

上述の背景技術の観点から、本発明の目的は、ネットワーク内での効率的なクラスターの組織化とルートの効率

的な設立するための移動アドホックネットワークとその関連方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明に従ったこの目的と他の目的は、ソースノードと目的地ノードの間に存在する複数の中間ノードを含む移動アドホックネットワークにおいてソースノードと目的地ノードの間の通信のための本発明の方法によって達成可能である。この方法は、複数のQoSパラメータに基づいて目的地ノードへのルートを発見するために、サービス品質(QoS)ルートリクエストを複数の中間ノードを介してソースノードから目的地ノードへ送信する段階を含む。このQoSルートリクエストにตอบสนองして、ソースノードと目的地ノードの間にある複数の可能性のあるルートが、これらの可能性のあるルートの各々に関するQoSパラメータの各々に対応するQoSメトリックとともに決定されてよい。また、QoSパラメータは、重要さの順番でランク付けされてよく、QoSパラメータのランク付けに基づいてQoSメトリックの各々に重み係数が乗じられてよい。そのように重み係数を乗ぜられたQoSメトリックはお互いと比較され、この比較に基づいて、可能性のあるルートのなかから1のルートが選択されてよい。また、メッセージデータが、選択されたルートを介してソースノードから目的地ノードへ送信される。

【0016】

上述したような方法で、ルートリクエストは、リンクメトリックとノードメトリックと共に、リアクティブルーティングプロトコルのためのQoS経路に関してルート発見を行うために用いられてよい。現在知っているプロアクティブルートの中からベストルートと蓄え用資源を発見するために、同様のアプローチをプロアクティブルーティングプロトコルを用いて使用されてよい。

【0017】

従って、本発明は、多数のQoSパラメータに基づいてソースノードと目的地ノードの間の通信のためのルートを選択する融通性があり効率的な方法を提供する。このように、例えば、所定の適用において最も大きな重要性を持つQoSパラメータにより大きな重み係数を乗じることにより、多くの適用と動作環境で性能を向上させることが可能である。

【0018】

特に、本発明の方法は、さらに、重み係数を乗ぜられたQoSメトリックの総和を可能性のあるルートの各々に関して生成し、適切なルートを選択するために、これらの総和を比較する。QoSメトリックは、QoSリンクメトリックまたは／およびQoSノードメトリックを含んでよい。例えば、QoSリンクメトリックは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延、端部から端部までの遅延変動、ホップカウント、期待される経

路耐久性、優先度、1方向性／双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含んでよい。また、QoSノードメトリックは、バッテリー寿命、移動性、通信容量および位置のうちの少なくとも1つを含んでよい。

【0019】

また、複数の可能性のあるルートを決定する前記段階は、各中間ノードで、当該ノードがQoSルートリクエストの要求QoSパラメータをサポートできるかどうかを決定する段階を含んでよい、中間ノードが要求されるQoSパラメータをサポートできる場合には、当該中間ノードは、他の中間ノードと目的地ノードのうちの1つのノードにQoSルートリクエストを転送する。このように、トラベル経路を定義・決定(define)するために、サポート可能QoSパラメータを含むQoSルートリクエストに関して、ノード資源が一時的にとっておかれてよい。そのように、複数の可能性のあるルートを決定する前記段階は、さらに、目的地ノードにおいて、QoSルートリクエストを受信したときに、ソースノードに返信を生成し、前記トラベル経路を介してこの返信を送信する段階を含んでよい。

【0020】

この方法は、メッセージデータを送信する前に、選択されたルートでルート確認を中間ノードへ送信する段階を含んでよい。また、中間ノードの各々と目的地ノードにおいて、当該ノードがQoSルートリクエストの要求QoSパラメータを継続してサポートできるかどうか探知されてよく、当該ノードが要求されるQoSパラメータを継続してサポートできないと探知された場合には、当該ノードにおいて、QoSエラー通知が生成されソースノードへ送信される。そのような場合にバックアップを供給するために、例えば、少なくとも1つの代用ルートがソースノードにおいて選択されてよい。

【0021】

また、本発明の方法は、ノードを、ソースノードを含むソースクラスターと、目的地ノードを含む目的地クラスターと、ソースクラスターと目的地クラスターの間にある中間ノードを含む中間クラスターとに、グループ分けする段階を含んでよい。さらに、隣接クラスターターゲットノードが、アクセスポイントを供給するために、少なくとも1つの中間クラスターにおいて設立されてよい。可能性のあるルートの各々は、隣接クラスターターゲットノードを含んでよい。

【0022】

また、ソースノードと少なくとも1つの中間クラスターにおける複数の可能性のあるターゲットノードとの間のターゲットルートを決定し、各ターゲットルートに関して複数のQoSターゲットパラメータの各々に対応するQoSターゲットメトリックを決定し、重要さの順番でQoSターゲットパラメータをランク付けることにより、隣接クラスターターゲットノードが設立されてよ

い。また、QoSターゲットパラメータのランク付けに基づいてQoSターゲットメトリックの各々に、重み係数を乗じてよい。重み係数が乗ぜられたQoSターゲットメトリックが、比較されてよく、この比較に基づいて隣接クラスターターゲットノードが選択されてよい。このアプローチによって、隣接クラスターターゲットノードを選択する上でより大きな融通性が得られ、所定の状況においてより重要なQoSパラメータに基づいて重み係数を乗じることによってより大きな効率性が得られる。

【0023】

特に、本発明の方法は、重み係数を乗じたQoSターゲットメトリックの総和を、可能性のあるルートの各々に関して、生成し、隣接クラスターターゲットノードを選択するために、重み係数を乗じたQoSターゲットメトリックのこれらの総和をお互いに比較してよい。また、QoSターゲットメトリックは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延、端部から端部までの遅延変動、期待される経路耐久性、優先度、1方向性/双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含んでよい。

【0024】

本発明の別の関連した方法は、複数のノードを含む移動アドホックネットワークにおいてノードを組織化するための方法である。この方法は、複数のノードをクラスターにグループ分けする段階、各クラスターにおける各ノードに関してサービス品質(QoS)ノードメトリックを決定する段階を含んでよい。ここで、各QoSノードメトリックは、QoSノードパラメータに対応してよい。また、QoSノードパラメータは、重要さの順番でランク付けされてよく、QoSノードメトリックの各々に、QoSノードパラメータのランク付けに基づいて、重み係数が乗じられてよい。所定のクラスターにおける各ノードに関する重み係数が乗ぜられたQoSノードメトリックは、お互いに比較され、この比較に基づいて所定のクラスターに関して所定のクラスターリーダーノードが選択される。この方法の態様によって、多数のQoSパラメータを用いてクラスターへグループ分けされる移動アドホックネットワークにおいてクラスターリーダーノードを選択する融通性のある効率的なプロセスが提供される。

【0025】

同様に、本発明の方法は、移動アドホックネットワークに追加ノードを供給する段階、追加ノードからクラスターの各々における少なくとも1つのノードへのルートを設立する段階、および、各ルートに関してQoSリンクメトリックを決定する段階を含んでよい。各QoSリンクメトリックは、好ましくは、QoSリンクパラメータに対応する。また、QoSリンクパラメータは重要さの順番でランク付けされてよく、QoSリンクパラメータのランク付けに基づいてQoSリンクメトリックの各々

に重み係数が乗ぜられてよく、重み係数が乗ぜられたQoSリンクメトリックが比較されてよい。この比較に基づいて、追加ノードが、複数のクラスターのうちの1のクラスターに結合・連合されてよい(関係づけられてよい)。

【0026】

QoSリンクメトリックは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延、端部から端部までの遅延変動、ホップカウント、期待される経路耐久性、優先度、1方向性/双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含んでよい。また、この方法は、さらに、重み係数が乗ぜられたQoSリンクメトリックの各ルートに関する総和を生成する段階を有してよい。また、重み係数が乗ぜられた前記QoSリンクメトリックの比較において、重み係数が乗ぜられたQoSリンクメトリックのこれらの総和が、お互いに対して比較されてよい。

【0027】

この方法は、重み係数が乗ぜられたQoSノードメトリックの各ノードに関する総和を生成する段階を含んでよい。所定のクラスターの各ノードに関する重み係数が乗ぜられたQoSノードメトリックのこれらの総和が、お互いに対して比較されてよい。例えば、QoSノードメトリックは、バッテリー寿命、移動性、通信容量および位置のうちの少なくとも1つを含んでよい。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下において、添付の図面を参照して本発明の好適実施形態がより詳しく説明される。しかしながら、本発明は多くの形式で実施が可能になり、以下で説明される実施形態に限定されるものと解釈してはならない。なお、以下で説明される実施形態が与えられることにより、本願の開示が完全になり、当業者は、本発明の範囲を十分に理解・認識できるであろう。同一・類似の参照符号は、全体にわたって同一・類似の要素に対応する。

【0029】

当業者によって理解されるように、本発明の1部は、方法、データ処理システム、またはコンピュータプログラム製品として具現化されてよい。従って、本発明のこれらの部分は、全体的にハードウェアの実施形態または全体的にソフトウェアの実施形態の形式をとってよい。さらに、本発明の1部は、コンピュータ読み取り可能記憶媒体上のコンピュータプログラム製品であってよい。このコンピュータ読み取り可能記憶媒体は、この記憶媒体上においてコンピュータ読み取り可能プログラムコードを持っていてよい。スタティック記憶装置、ダイナミック記憶装置、ハードディスク、光学的記憶装置、および、磁気記憶装置を含むどんな適切なコンピュータ読み取り可能記憶媒体を本発明の実施形態のために用いてもよい。

【0030】

本発明は、以下において、本発明の実施形態に従った方法、システム、コンピュータプログラム製品のフローチャート図等を参照して説明される。図のブロックや図のブロックの組み合わせは、コンピュータプログラムインストールによって実施することが可能であることが理解されるであろう。コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサを介して実行されるインストールが1またはそれ以上の図示されたブロックの機能を実施するように、これらのコンピュータプログラムインストールは、一般用のコンピュータ、専用のコンピュータ、または、プログラム可能データ処理装置のプロセッサに供給される。

【0031】

コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置に特定の方法で機能するように命令するこれらのコンピュータプログラムインストールは、コンピュータ読み取り可能メモリに記憶されてよい。これによって、このコンピュータ読み取り可能メモリに記憶されたインストールが、1以上のフローチャートブロックによって特定された機能を実施するインストールを含む製造品となることができる。コンピュータプログラムインストールは、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置にロードされてよい。これによって、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置上で一連の処理段階を実行することができる。結果として、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置において実行されるインストールが、1以上のフローチャートブロックによって特定される機能を実施する段階を与えることになる。

【0032】

最初に図1から5を参照すると、移動アドホックネットワーク20においてソースノードから目的地ノードへのルートを決する方法が、説明される。ネットワーク20は、複数の移動可能ノード30を有している。これらの移動可能ノード30は、ソースノード1と、目的地ノード4を有し、さらに、ソースノード1と目的地ノード4の間に存在する中間ノード2、3、5を有している。当業者に理解されるように、ラップトップコンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)または携帯電話のようなノード30は、無線通信リンク32によって接続される。ブロック100において方法が開始され、図5のブロック102に示されるように、QoSパラメータに基づいて目的地ノード4へのルートを決するために、サービス品質(QoS)ルートリクエストRREQをソースノード1から送信する。以下で詳細に説明されるように、QoSパラメータは、好ましくは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延(end-to-end delay)、端部から端部までの遅延の変動、ホップカウント(hop count)、期待される経路の耐久性、および/または優

先度に基づくものである。他のQoSメトリック(測定基準(metric))が、以下において説明される。ルートリクエストRREQは、QoSフロー識別子と、更新可能なQoSリンクメトリックを含む。

【0033】

また、ブロック104において、中間ノード2、3、5を含むノードがQoSルートリクエストRREQが要求するQoSパラメータをサポート・支持(support)できるかどうかを決定する。ノードが、特定のリクエストRREQのQoSパラメータをサポートできない場合には、ブロック106において、リクエストが否定され、リクエストはこのノードによって転送されない。ノード(例えば、ノード3)が、この特定のリクエストRREQのQoSパラメータをサポートできる場合には、このノードはQoSリンクメトリックを更新し、このQoSルートリクエストを他の中間ノード2と5に転送し、このQoSルートリクエストのためにノード資源を一時的にとっておく・蓄える(ブロック108)。中間ノード2、5も、これらのノード2、5が、ノード3から転送されたQoSルートリクエストRREQをサポートできるかどうかを決定しなければならない。サポートできる場合には、更新されたQoSリンクメトリックを持つルートリクエストRREQが目的地ノード4に転送される。

【0034】

目的地ノード4は、QoSルートリクエストRREQを受信すると、ソースノード1への返信RREPQを生成する(ブロック110)。この実施形態では、返信RREPQは、フロー識別子(flow identifier)と更新されたQoSリンクメトリックを有する。この更新されたQoSリンクメトリックは、各発見されたルートに関するものである。言い換えると、目的地ノード4は、例えば、1-2-4または1-3-5-4を含む様々な可能なルートのどこからでも転送されたQoSルートリクエストRREQを受信してよい。返信RREPQは、各場合において生成される。ブロック112において、ソースノード1は、発見されたルートに関して、目的地ノード1からの返信RREPQに含まれる更新された(複数の)QoSリンクメトリックに基づいて(複数の)QoSルートメトリックを生成する。また、ブロック114において、ソースノード1は、生成されたQoSルートメトリックに基づいて目的地ノード4へのルートを選択する。

【0035】

特に、本発明のいくつかの実施形態では、目的地ノード4へのルートは、複数のQoSルートメトリックの加重平均を用いて選択されてよい。そのような実施形態を、図6を参照して説明する。図6に示された方法は、移動アドホックネットワーク20におけるソースノード1と目的地ノード4の間の通信のために供給される。プロッ

15

ク60において方法が開始され、QoSルートリクエストが複数の中間ノード2、3、5を介してソースノード1から目的地ノード4へ送信される。これによって、上述したように複数のQoSパラメータに基づいて目的地ノードへのルートを見つけ出す(discover)。QoSルートリクエストに回答して、ソースノード1と目的地ノード4の間の複数の可能性のあるルートが、ブロック62において、上述したように、可能性のある各ルートに関する各QoSパラメータに対応するQoSルートメトリックとともに決定される。

【0036】

メトリック収集は様々な方法で行われてよい。例えば、これは、当業者に理解されるように、DSRタイプのアルゴリズムまたはリンク状態アルゴリズム(link state algorithm)を用いて、ソースノード1において全体的なメトリックベクトルを集めることによって実行されてよい。また、メトリック収集は、中間ノードにおける寄与を加えることにより、増加的に経路ベクトルを計算して実行されてもよい。後者のアプローチは、サポートされ得る全体の経路とネットワークメトリックの形式により多くの制限を与えることになる。もちろん、当業者は、本発明が、上述した先行技術のリアクティブプロトコルとプロアクティブプロトコル

16

を含む多くの移動アドホックルーティングプロトコルを用いて実施されてよい。リアクティブプロトコルについて説明するが、既存の知られているプロアクティブルートに同報通信(broadcast)を制限してプロアクティブプロトコルを用いてもよい。

【0037】

本発明のリアクティブプロトコルの態様によると、ブロック63において、QoSパラメータは、重要さの順番でランク付けされてよい。当業者に理解されるように、このランク付けは、好ましくは、ネットワークの機能目的(network performance objectives)の決定に基づいて、ネットワーク配置・配備の前に、行われる。ランク付けによって、重み係数が決定される。重み係数は、各ノードに関して予め決定されており、または、ネットワーク管理によって設定される。実際のノードの作用の間、ノードはランク付けを知っている必要はない。むしろ、ノードは重み係数を知っているひつようがある。様々な移動アドホックネットワーク機能に関するランク付けが、次の表1に示されている。

【0038】

【表1】

リンク/ノード メトリック	QoS 帯域幅経路	QoS 遅延経路	最善努力 経路	クラスター 参加	CLN ノード選択	ACTN ノード選択
見積もられた リンク遅延	2	1	2			2
見積もられた リンク遅延変動	3	2				3
有効送信回数	4	3		2		4
リンク容量				3		
利用可能リンク容量	1		1			1
バックラウト						
双方向性	5	4	3	1		5
リンクの信頼性						
期待される リンク耐久性						
ノード/バッテリー寿命					1	
ノード/通信 移動性/耐久性					2	
ノード通信容量					3	
他の重要な ネットワークノードに 対するノード位置						
エリアノード への合計距離					4	
近隣ALNノード への距離					5	

表1-QoSランキングの例

表1から分るように、ルートを選択する場合に、望まれるルートのタイプに基づいて様々なランク付けが用いられてよい。例えば、縦列の1つの項目である“QoS帯域幅経路”は、最大の帯域幅を持つルートを得るのに最も重要な5つのQoSパラメータのランク付けを与える。同様に、縦列の1つの項目である“QoS遅延経路”と“最善努力経路”は、それぞれ、最も少ない遅延量を持つルートまたは最善努力アプローチを用いてメッセージデータを伝達できる確率の最も高いルートを選択するためのランク付けを与える。もちろん、様々なランク付けが特定の適用のために用いられてよく、他のルート発見機能・特性が本発明に従ってランク付けされてよいことが当業者に理解されるであろう。ブロック63に示されているランク付けを行う段階は、図示された順番で実行される必要はない（例えば、予めランク付けが行われていてもよい）。

【0039】

所定の適用に用いられるQoSパラメータのランク付けに基づいて、QoSメトリックの各々は、ブロック64において、ソースノード1によって重み係数が乗ぜられていてよい。好ましくは、適切な値を重みベクトルwに割り当てること、上述したように、メトリックのランク付けに基づいて動作(operation)前に行われてよい。実際にメトリックに重み係数を乗ずることは、好ましくは、以下で説明され与えられる数式に示されたように、リアルタイムの動作の間に、実行される。そのように、重み係数を掛けられたQoSルートメトリックが、お互いと比較されて、ブロック65において、この比較に基づいて、可能性のあるルートのうちの1つが選択される。一旦ルートが選択されると、ブロック66において、選択されたルートを介してソースノード1から目的地ノード4へメッセージデータが送信される。

このようにして、方法の実行が終了してよい（ブロック67）。このメッセージデータは、動作の間に移動アドホックネットワークのノード間で送信される追加的なリクエスト／返信、ビデオデータ、音声データ、文字と数字のデータなど（これらに限定されない）を含むように意図されている。

【0040】

特定の実施形態によると、QoSメトリックは、有益に・都合よく、QoSリンクメトリックおよび／またはQoSノードメトリックを含む。特に、QoSリンクメトリックは、利用可能な帯域幅、誤り率、端部から端部までの遅延、端部から端部までの遅延変動、ホップカウント、期待される経路の耐久性、優先度、1方向性／双方向性およびリンク容量のうちの少なくとも1つを含んでよい。QoSノードメトリックは、バッテリー寿命、移動性・移動度、通信容量および位置のうちの少なくとも1つを含んでよい。QoSノードメトリック／QoSリンクメトリックのさらなる例は、表1に与えられている。もちろん、当業者に知られている他のQoSノードメトリック／QoSリンクメトリックが用いられてもよい。

【0041】

上述したQoSノードメトリック／QoSリンクメトリックに重み係数を乗じることが、2つの特定の例に関して説明される。一般的に、ルートを選択する場合に、重み係数を乗じた複数のQoSメトリックの総和は、例えば、好ましくは、可能性のあるルートの各々に関して生成される。可能性のあるルートの各々の重み係数を乗じたQoSメトリックの総和は、他の残りのQoSノードメトリック／QoSリンクメトリックの重み係数を乗じたそれぞれの総和と比較され、最終的なルートがこの比較に基づいて選択される。特定の例を説明する前に、次の用語と定義をこれらの特定の例の理解を助けるために述べておく。

【0042】

以下の例に関して、リンクメトリックベクトル m_L とノードメトリックベクトル m_N が定義される。リンクメトリックベクトル m_L とノードメトリックベクトル m_N の各々は、ネットワーク編成における様々なQoS要求を満足させるためにルートを評価するうえでの重要な特性である。また、ノードメトリックの形式は、 $m_N = (C_{N1}, C_{N2}, C_{N3}, \dots)$ で与えられる。ここで、 C_{Ni} はノードメトリックベクトルの i 番目の成分

である。リンクメトリックの形式は、 $m_L = (C_{L1}, C_{L2}, C_{L3}, \dots)$ で与えられる。ここで、 C_{Li} は、リンクメトリックベクトルの i 番目の成分である。当業者に理解されるように、リンクメトリックベクトルとノードメトリックベクトルは、ネットワークコントロールパケットでネットワーク20にわたって伝達されることが可能である。

【0043】

ソースノード11から目的地ノード $k+1$ へのルートに関する未処理の経路メトリックは、ノード／リンクメトリックベクトル $m_P = (m_{L1}, m_{N1}, m_{L2}, \dots, m_{L(k-1)}, m_{Nk}, m_{Lk})$ で表現される。上述したように、所定の適用において重要なメトリック成分が、ランク付けされる。リンク重みベクトル W_L とノード重みベクトル W_N が定義されてよい。当業者に理解されるように、所定の適用において望ましい強調を与えるために、これらのメトリックベクトルは、ゼロとゼロでない成分を含んでよい。最終的には経路メトリックは、未処理の経路メトリックベクトル、ノード重みベクトルおよびリンク重みベクトルの関数として評価・表現されるスカラーであってよい。このスカラー最終経路メトリックは、 $M_P = F(W_N, W_L, m_P)$ で与えられる。経路またはルートは、好ましくは、最終経路メトリック M_P の最もよい値に基づいて選択される。用いられる関数 $F()$ の形は、もちろん、特定の適用（例えば、QoS遅延経路、QoS容量割り当て、最善努力など）に依存してよい。

【0044】

遅延に敏感なQoS経路メトリックの第1の例を説明する。以下で与えられる第1経路メトリックの式は、ホップカウント（1の重み（weight））、双方向性（双方向のリンクの場合には、 $BD=0$ 、1方向のリンクの場合には、 $BD=1$ で重み K_3 を持つ）、見積もられたリンク遅延（重み K_1 を持つ）、およびリンク容量の逆数（重み K_2 を持つ）に関する成分を用いる。この例では、最もよい経路は、最小の経路メトリックに対応する。これらの重みに関するパラメータは、好ましくは、動作性能特性に基づいて予め作成することにより、前もって特定される。このような第1経路メトリックは次の式で表される。

【0045】

【数1】

$$\text{経路メトリック} = \sum_{\substack{\text{すべての} \\ \text{リンクについて} \\ \text{加算}}} \left[1 + K_1 \cdot D_{Li} + \frac{K_2}{C_{Li}} + K_3 \cdot BD_{Li} \right]$$

QoSルートメトリックを用いてルートを決定する二番目の例は、フロー割り当て必要性のためのQoS（サービス品質）が保証される容量割り当て C_{req} が要求された場合のためのものである。以下の経路メトリックの第2の例の式は、利用可能リンク容量 C_A （1の重みを持つ）、見積もられたリンク遅延（重み K_1 を持つ）、見積もられた遅延基準ずれ（重み K_2 を持つ）、リンク*

10 *でのパケットによる見積もられた送信回数（重み K_3 を持つ）および双方向性（重み K_4 を持つ）に関する成分を含む。この場合、最も良い経路は、最小の経路メトリックを持つ。このような第2経路メトリックは、次の式で与えられる。

【0046】

【数2】

$$\text{経路メトリック} = \sum_{\substack{\text{すべての} \\ \text{リンクについて} \\ \text{加算}}} \left[\frac{1}{(C_{ALi} - C_{req})} + K_1 \cdot D_{Li} + K_2 \cdot \sigma_{Li} + K_3 \cdot N_{Li} + K_4 \cdot BD_{Li} \right]$$

上述の方法の他の態様を、図7から9を参照して説明する。図8と9に示された例示的な移動アドホックネットワーク210は、無線通信リンク213によって接続された複数のノード211を含む。当業者に理解されるように、ノード211は、コンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント（PDA）などのような無線アドホックネットワーク内において通信可能な無線通信装置のどんな適切なタイプのものでもよい。もちろん、望まれる場合には、いくつかの実施形態では、ノード211のいくつかは、固定された通信インフラストラクチャーに動作可能に接続されている。

【0047】

ノード211は、好ましくは、図8と9におけるノードのそれぞれのグループを囲む円のように、クラスター212にグループ分けされる。ノード211をクラスター212にグループ分けすることは、以下で詳細に説明される。クラスター212の各々に関して、ノード211のうちの1つは、それぞれのクラスターリーダーノード221から233として指定される。クラスターリーダーノード221から233を指定するプロセスとこのプロセスの機能は以下で説明される。説明を明確にするために、クラスター212を個々に関して説明する場合に、ある特定のクラスターには、当該クラスターのクラスターリーダーノードと同じ参照符号が付される。例えば、クラスターリーダーノード221は、クラスター21内に存在する。

【0048】

本発明のこの方法の態様によると、ブロック70において方法が開始され、上述したようにブロック71においてノードがクラスターにグループ分けされる。その後、隣接するクラスターのターゲットノード（例えば、ノード217a）が、以下で詳細に説明されるように、アクセスポイントを提供しクラスターを通してルーティングを可能にするために少なくとも1つの中間クラスター（例えば、クラスター225）において設立される。これは、以下で詳細に説明されるように、ソースノード214と中間クラスター225の複数の可能性のあるターゲットノードとの間のターゲットルートを決定することによって有益に、都合よく行われる。上で説明したように、クラスター225内の様々な可能性のあるターゲットノードからの選択は、再び、重み係数を掛けられたQoSメトリックに基づくものである。即ち、QoSターゲットメトリックは、好ましくは、各ターゲットルートに関して複数の望まれるQoSターゲットパラメータの各々に対応するように決定される（ブロック72）。

【0049】

また、QoSターゲットパラメータは、上述したように、ブロック73において、重要さの順番でランク付けされてよい。特に、表1は、縦列の項目となる“ACT Nノード選択”において隣接クラスターターゲットノード指定に関する例示的なランク付けを含む。もちろん、当業者に理解されるように、他のQoSパラメータと他のランキング順位が、様々な適用において用いられてよい。

50 い。

【0050】

QoSターゲットメトリックに、その後、上述したように、QoSターゲットメトリックのランキングに基づいて重み係数が掛けられる（ブロック74）。重み係数が掛けられたQoSターゲットメトリックは、お互いと比較される。これによって、隣接クラスターターゲットノード（この例では、ノード217a）が、ブロック75においてこの比較に基づいて選択される。ここで、重み係数を掛けられたQoSターゲットメトリックの総和が、上記の第1式と第2式と同様な適切な式を用いて可能性のあるルートの各々に関して生成される。ソースノード214と目的地ノード215の間のベストルートは、隣接クラスターターゲットノード217aを含む中間クラスター225を通るように選択される（ブロック76）。

【0051】

もちろん、当業者は、例えば、図8と9に示されたように、ソースクラスター221と目的地クラスター232の間に、多くの中間クラスターが存在するかもしれないことを認識するであろう。説明を明確にするために、隣接クラスターリーダーノード217aだけの選択を説明したが、図9に示された最終ルートに沿って、引き続き隣接クラスターターゲットノード217bから217dを決定するために同じアプローチが用いられてよいことが理解されるであろう。このように、メッセージデータが、中間クラスター225（図示された例では、中間クラスター224、229、226、232も存在する）を介してソースノード214から目的地ノード215へ送信される。このアプローチのために用いられるターゲットメトリックは、例えば、上述したように、リンクノードメトリックおよび／またはノードメトリックを含んでよい。

【0052】

図5を再び参照すると、ブロック116において、ソースノード1は、ルート確認CONFQを選択されたルートで中間ノードへ送信する。これは、ブロック108において一時的にとっておかれた選択されたルートでの資源の使用を確認するためである。発見されたが選択されていないルートでの他に一時的にとっておかれた資源は、それらのルートでCONFQを送信しないでタイムアウトまで使用可能な状態にしておいてよい。

【0053】

また、ソースノード1は、確認CONFQを代用ルート上の中間ノードへ送信してまたは送信しないで、少なくとも1つの代用ルートを選択してよい。そのような待機ルート・代用ルート（standby route）は、複製送信（duplicate transmission）、追加的な信頼性のためにあってよく、または、ルート故障およびまたはQoS欠損の場合のためのバックアップルートとして用いてもよい。ブロック11

8において、中間ノード2、3、5および／または目的地ノード4は、いつでも、ノードが継続してQoSルートリクエストRREQが要求するQoSパラメータをサポートできるかどうかを探知してよい。ノードがトラヒック（traffic）の伝達を通してリクエストRREQを継続してサポートできる場合には、とっておかれた資源と関連ルートが、ブロック126においてインアクティブ（使用されない状態（inactive））であると決定された場合には、タイムアウトまで使用可能な状態にされ、ある時間の間、データトラヒックのために使用されない場合またはある時間の間、周期的なCONFQメッセージの送信のために使用されない場合には、ブロック128において解放さる。

【0054】

ノードが、継続してリクエストRREQをサポートできない場合には、ノードは、QoSエラー通知RERRQをソースノード1へ送信する（ブロック120）。この場合、ソースノード1は、QoSパラメータに基づいて目的地ノード4への新たなルートを発見するためにサービス品質（QoS）ルートリクエストRREQを送信する（ブロック102）一方、QoSエラー通知RERRQを受信したときに、選択されたルートを維持してよい。ソースノード1は、QoSエラー通知RERRQを受信した場合に、代用ルートへ切り替えてもよい（ブロック124）。

【0055】

当業者に理解されるように、上述した本発明の方法の様子は、ダイナミックソースルーティング（DSR）または上述したAODVルーティングのようなオンデマンドルーティングプロトコルまたはリアクティブプロトコルのどのようなタイプのものに適用してもよく、または、ゾーンルーティングプロトコルZRPのようなどのようなハイブリッドプロアクティブプロトコルまたはハイブリッドリアクティブプロトコルに適用してもよい。

【0056】

QoSのカテゴリとして最小帯域幅の割り当てと最大遅延制限を考慮したさらなる例を説明する。所定の帯域幅の割り当てに関して、ノード30はある量の容量または帯域幅をとっておくことができると仮定する。トラヒックフローのノード1は、QoSルートリクエストRREQを要求されるフロー（flow）の各々に関して送信する（RREQの最後のQは、QoSリクエストを示す）。RREQメッセージは、要求されるQoSをサポートできるルートを発見する機能を実行する。RREQを目的地4へ転送するノードは、RREQを転送する前に要求されるQoSを満足させることができるかどうかを宣言（note）し、これらのノードは、必要な場合には、資源を一時的にとっておく。ルート返答RREPQパケットが、その経路にわたって要求されるQoSが満足させられるかどうかという通知と共に目

的地から返信される。ソースノード1は、望まれるQoSを供給するために最善の選択を決定する前に、目的地4への複数の可能性のある経路を集めてよい。一旦この経路が決定されると、確認CONFQメッセージが、示された経路に沿って目的地4へ送信される。この経路上において、一時的にとっておかれるどんな資源も、永久的・長期的な蓄えであると確認される。QoSの蓄え(reservation)が所定の時間の間、使用されない場合には、QoSの蓄えは時間切れになる。ルートに沿ったリンクが故障している(fail)場合には、または、QoSリクエストが満足させられない場合には、ルートエラー(RREQQ)パケットが、生成され、ソースノードへ戻される。

【0057】

特に、与えられた目的地ノード4への新たなQoSルートが必要とされる場合には、ソースノード1は、RREQQパケットを目的地ノードへ同報通信する(broadcast)。これは、DSRやAODVのようなプロトコルにおいて用いられる従来のRREQパケットと同様なパケットの特定のタイプのものである。従来のRREQ同報通信は、最善努力サービスのために用いられる。本発明の方法は、最善努力サービスのためのプロトコルによって設立された従来の手順に従ってよい。

【0058】

指定された最小容量または帯域幅が、トラフィックフローのために要求される場合には、特別のRREQQパケットが、指定された容量で目的地ノード4へのフローをとっておくために用いられる。この場合、フローIDが、ソースノード1によってRREQQに割り当てられる。このフローIDは、ソースノードアドレスと結合させられてネットワーク20においてフローを転送するどのノードへのフローでも一義的に識別する。RREQQパケットは、とっておかれるべき容量(capacity)も示す。

【0059】

目的地4への経路における各ノード2、3、5で、最小容量要求または最小大域幅要求が利用可能な容量に対してチェックされ、フローのために蓄えが可能かどうかを決定する。ノードが要求されるトラフィック容量を収容・受容できる場合には、そのフローIDのために容量が一時的にとっておかれる(蓄えられる)。短時間の間にCONFQメッセージが受信されない場合には、この一時的な蓄えが解放される。RREQQが、指定された最大遅延を超えない経路が見つかることを保証するように意図されている場合には、経路に沿った各ノードは、合計の経路遅延への当該ノードの寄与の評価・見積もりを行い、経路に沿った今までの寄与を加えた合計の遅延が指定された最大遅延の制限を超えていないかどうかを確かめるためにチェック・検査できなければならない。

【0060】

最善努力トラフィックのためのDSRやAODVの従来の適用と違って、QoS要求を満足する有効な経路が存在するかどうかを決定するために、RREQQは目的地ノード4までの経路を通して伝達・伝播することが可能でなければならない。そのような経路が見つかった場合には、目的地ノード4は、ソースノード1に返信されるべきRREPQメッセージを生成する。このメッセージは、要求されるQoSを満足する目的地ノード4への有効な経路が見つかり、経路が設立されたことをソースノードに対して示す(DSRの場合には、ソースルート・送信元経路に戻される)。見積もられた経路遅延は、遅延保証を求めるリクエストと容量を保証する経路のためのRREPQに含まれる。

【0061】

ソースノード1は、要求されるQoSを満足する目的地ノード4への複数の経路に関する複合RREPQ(multiple RREPQ)を受信してよい。ソースノード1はこれらの経路の順位をランク付けて、最も高くランク付けられている経路である経路の選択を示すCONFQメッセージを発信する。他の経路はバックアップ経路として維持されてよいが、CONFQがこれらの経路上に送信されない場合には、バックアップの代わりに経路として必要とされたときに、要求される資源が利用可能であることは保証されない。

【0062】

いずれかの中間ノード2、3、5においてまたは目的地ノード4において、要求されるQoSが満足させられない場合には、このノードを通る経路が要求されるQoSを満足しないことを知っているのので、RREQQパケットが破棄される。しかしながら、発見プロセスによって、他の経路が見つかるかもしれない。いずれかの時点でリンクが故障した場合には、または、QoS要求が満足されない場合には、ルートエラーRERRQパケットが生成され、故障の影響を受けるトラフィックフローの各々に関してソースノード1に返信される。この場合には、バックアップ経路が使用されなければならないかまたはルート発見プロセスが再び開始される。

【0063】

上述した手順は簡単にDSRプロトコルに適用される。従来DSRメッセージタイプのRREQ、RREP、RERRは、選択的な・オプションのパケットタイプとして定義され、逆方向適合モード(backwards compatibility mode)において最善努力トラフィックをサポートするのにプロトコルの従来の動作のために定義されたように使用されることが可能である。QoS経路を管理するのに用いられるRREQQ、RREPQ、RERRQおよびCONFQパケットタイプを含む新たなパケットタイプが、QoSをサポートするために定義される。これらのタイプの要求されるヘッダーフィールドの定義は、直接的に上で定義した関

数に基づくものである。QoSミッションデータのためのQoSソースルーティングパケット(QoS source routed packet)の特別のタイプも含まれる。QoSミッションデータのためのこのパケットは、パケットがどのフローに属するのかを識別するために、および、フロートラヒックの測定(metering)を考慮するために、フローIDを含んでよい。故障によってノードがRERRQパケットを発生させた場合には、以下の手順を用いてよい。RERRQパケットがソースノードにおいて受信された場合には、現在のルートを破棄され、バックアップルートが試される。バックアップルート上で送信される最初のパケットは、別のタイプの特別のQoSソースルーティングパケット(例えば、フローIDとQoSパラメータを含むRREQT)であってよい。また、このパケットは、ミッションデータを含むことも可能である。経路に沿った各ノードは、当該ノードがフローのために一時的な蓄えをまだ維持しているかどうかを確認するために検査・チェックをしなければならない。これらのノードが一時的な蓄えを維持していない場合には、これらのノードは、当該ノードがフローをサポートできるか、および、一時的なたくわえをすることができるかを確認するために再びチェックを行う。フローが各中間ノードでサポートされながらパケットが目的地に達した場合には、目的地ノードは、ソースノードに経路が有効であることを通知するためのRREPQパケットを返信する。

【0064】

いずれかのノードがフローをサポートできない場合には、パケットが破棄され、このノードは、経路が要求されるQoSパラメータをサポートできないことをソースノードに通知するためのRERRQパケットをソースノードに返信する。ソースノードがRREPQパケットを受信すると、ソースノードは、継続してトラヒックフローに関するミッションデータを送信することに加えて、CONFQメッセージを経路の選択を確認するCONFQメッセージを選択された経路に沿って送信する。

【0065】

ソースノード1がRERRQパケットを受信した場合には、ソースノード1は次の利用可能なバックアップ経路で同じ手順を試みる(実行する)。ソースノードが、目的地までのバックアップノードを1つの持っていない場合には、ソースノードは、目的地ノードまでの新たなQoS経路のために別のルート発見プロセスを開始する。新たなルートが見つかるまで、データフローが中断される。どの特定のプロトコルに関しても、各トラヒックフローに割り当てられる資源を管理するのに要求されるデータストラクチャーを定義することが可能であり、フローを識別する方法・仕方と、各フローに割り当てられたルートを調べる方法・仕方も定義することが可能である。QoSパラメータに基づくルート選択のさらなる詳

細は、上記の米国特許出願第10/134,715号に説明されている。

【0066】

上述したクラスター連合とクラスターリーダーノードの選択の動作の詳細を、図10を参照して説明する。図10において、新たなクラスターリーダーの選択の概要が図示されている。クラスター301と302は、それぞれ、指定されたクラスターリーダーノード301と302を有している。図10に示された例を用いて説明すると、ノード始動選択とクラスター連合の動作の詳細を説明する。

【0067】

ノード始動とクラスター連合に関して、始動が起こると、ノード303は、次の段階を実行する。ノード303は、隣接するクラスター(この例ではクラスター301と302)のクラスターリーダーノードから周期的なクラスターリーダーノードアナウンス(CLNANN)メッセージを聞き(listen for)、ノード303が参加・連結(join)するかもしれない可能性のあるクラスターを識別する。さらに、ノード303は、kN番目のホップ地域(hop neighborhood)のすべてのノードに対する経路メトリック情報を集めるために、kN番目のホップ地域のノード211から周期的なHELLOメッセージを聞いてよい。さらに、ノード303は、kN番目のホップ地域のすべてのノードに対して周期的なHELLOメッセージを同報通信する。その後、クラスター連合メトリックMm^{CA}(cluster association metric)が、各隣接クラスターリーダーmに関して形成され、クラスターリーダーノードmが、最小のクラスター連合メトリックMm^{CA}を用いて、参加するクラスターとして、選択されてよい。

【0068】

クラスター連合メトリックMm^{CA}は、考えているノードが参加しようとするクラスターに十分近いことを示すために、好ましくは、閾値T_jより小さい。この閾値が満足させられる場合には、クラスター参加メッセージCLJOINがクラスターリーダーノードmに送信される。クラスターが、クラスターごとのノードの数についての制限L_{cl}より小さい値のノード数を持っている場合には、クラスターリーダーノードは、クラスターにノードを受け入れ、容認メッセージCLACCEPTを当該ノードに送信する。クラスターリーダーノードが、別のメンバーを受け入れることができない場合には、クラスターリーダーノードは当該ノードに拒絶メッセージCLREJECTを送信する。また、ノードが拒絶された場合には、当該ノードは、次のベストクラスターリーダーノードをバックアップとして選択し、そのクラスターに参加するためにプロセスを繰り返す。上述のプロセスに従ったノード303は、たいていは、例えば、始動・

電源オン (powering up) の後すぐに、普通にクラスター212のメンバーになる。ノード303をクラスターに連合・関係させる別のアプローチを図11を参照して説明する。この別のアプローチを図10に示された例で説明を続けると、この方法の態様は、ブロック90で開始され、上述したように、ノード211をクラスター212にグループ分けする。ブロック82で、追加のノード303がクラスター212との連合のためにネットワークに与えられた場合に (例えば、ノード303が始動した場合に)、ブロック83で、追加のノードから各クラスター (この例では、クラスター301と302) における少なくとも1つのノードへのルートが設立される。このルートの設立は、上述した技術を用いて行われてよい。いくつかの実施形態では、クラスター212内のルートが設立されたノードが、そのクラスターのクラスターリーダーノードである。他の実施形態では、このノードは、ホップカウントの観点から、クラスター212において、追加のノード303に最も近いノードであってよい。当業者に理解されるように、(ルート設立のための) 他のノード (または、2以上のノード) が、他の実施形態において用いられてよい。

【0069】

本発明の1つの実施形態によると、本発明の方法は、ブロック84において、各ルートに関してQoSリンクメトリックを決定する段階を含んでよい。この段階は、図6を参照して説明したように実行されてよい。各QoSリンクメトリックは、上述したようなQoSリンクパラメータに対応している。QoSリンクパラメータは、上述したように、重要さの順番でブロック85においてランク付けされる。1つのそのような例示的なランク付けのアプローチは、表1の縦列の項目“クラスター参加”に与えられる。他のQoSパラメータとランク付けが、様々な実施形態で用いられてよい。上述したようにQoSリンクパラメータのランク付けに基づいてQoSリンク*

*クメトリックに、重み係数が乗ぜられて (ブロック86)、関係・参加・連合するのにどのクラスターがノード303にとって最も良いかを決定するために、ブロック87において、重み係数が乗ぜられたQoSリンクメトリックが、お互いに対して比較される。このように、方法が終了する (ブロック88)。また、重み係数を乗ぜられたQoSリンクメトリックの総和が、各ルートに関して生成されてよい。参加・関係するのに最も良いクラスター212を決定するために、重み係数を乗ぜられたQoSリンクメトリックが、お互いに対して比較されてよい。

ノード参加・連結のために用いられてよい式を以下で与える。例えば、ノード303がどのクラスター301、302が参加するかを決定し、上述したように、このノードが、隣接するクラスター (この例では、クラスター301と302) のノードへの経路メトリック (path_met) 情報を集めて、エリアメトリックを形成する。次の式は、QoSパラメータ逆数リンク容量 (重み1を持つ)、リンクでのパケットによる送信の見積もられた回数 (重み K_1 を持つ) および双方向性 (重み K_2 を持つ) を含む。また、この例では、隣接クラスターリーダーノードALN (またはCLN) 301、302への経路メトリック (path_met_ALN) には他のノードよりも大きな重み係数が乗ぜられ、クラスターメトリックが、クラスターのノードの数によって正規化される。連合するのに最も良いクラスターは、次の式を用いて最も小さいエリアメトリックを与える。次の2番目の式において、隣接クラスターリーダーノードへの経路メトリックをpath_met_ALNで表し、それ以外のノードへの経路メトリックをpath_metで表している。

【0070】

【数3】

$$\text{経路外リック} = \sum_{\text{すべてのリンクについて加算}} \left[\frac{1}{C_L} + K_1 \cdot N_L + K_2 \cdot BD_L \right]; \text{ および}$$

$$\text{クラスター外リック} = \frac{1}{\text{クラスター内のノード数}} \cdot \left[\sum_{\text{CLN 以外のすべての経路外リックについて加算}} \text{Path_met}_i + K_3 \cdot \text{Path_met}_{ALN} \right]$$

例えば、ネットワークの開始のように、ノード303が、参加・関係することを容認できるクラスターリーダーノード (221から233) を見つけることができない場合がある。この場合には、ノード211は、クラスターリーダーノードになるために争うことを決めてよ

い。普通のノード303がクラスターリーダーノードになるために争うことを決めた場合には、ノード303は次の手順を開始する。クラスターリーダーノードになるための値をアナウンスするために、ノード303は、特別のタイプのCLN ANNメッセージを、 k_N 番目のホ

ップ地域におけるすべてのノード211に同報送信する。クラスターリーダーになるための値は、この値をアナウンスをした当該ノードによって計算されたクラスターリーダーメトリックを含む。信頼性を目的とすることに関しては、 k_N 番目の地域のノード211の各々は、好ましくは、CLNANNメッセージに対して返信を行う。当業者に理解されるように、この返信を行わないノードに対しては、ユニキャストによってフォローアップCLNANNメッセージが送信されてよい。

【0071】

CLNANNメッセージに対して肯定的に返信するノード211は、ノード303がクラスターリーダーノードになることを承認することを示すCLNANNメッセージを返信する。ノード211は、当該ノード211がクラスターリーダーノードとなるための位置にないこと理由に、または、当該ノード211がオリジナルCLNANNメッセージで受信されたクラスターリーダーメトリックよりも大きいクラスターリーダーメトリックを持っていること理由に、この肯定的な返信を行う。CLNANNメッセージに対して否定的に返信を行うノード211は、当該ノード211が、オリジナルCLNANNメッセージで受信されたクラスターリーダーメトリックよりも良いクラスターリーダーメトリックを持っていて当該ノード211がより良いクラスターリーダーであろうことをアナウンスするCLNANNメッセージを返信する。クラスターリーダーメトリックの値が同じである場合には、クラスターリーダーが入れ替わることになるとしても、クラスターリーダーの役割は、例えば、最も低いノードIDを持つノードに与えられる。

【0072】

すべてのCLNANNメッセージが肯定的である場合には、または、競争があったがノード303がクラスターリーダーの役割を勝ち取った場合には、当該ノード303がクラスターリーダーの役割を引き受ける。このノード303は、nclホップに関して伝達されるべき規則的なCLNANNメッセージの周期的な同報送信を開始し、これによって隣接クラスター212のすべてのノードと隣接クラスターリーダーノードに当該CLNANNメッセージが達する。他のノード211は、この新たなクラスターに参加すべきかどうかを考え始めてよい。しかしながら、ノード303ではなく別のノードがクラスターリーダーノードの役割を勝ち取った場合には、ノード303は、この新しいクラスターリーダーのクラスターに参加すべきかどうかを考える。

【0073】

本発明によると、クラスターリーダーノードの指定は、重み係数を乗じたQoSメトリックの総和を用いて有益に実行されてよい。特に、図12を参照すると、本発明のこの方法の態様は、ブロック90で開始され、上述したように複数のノード211をクラスターにグループ分

けて、ブロック92で各クラスターの各ノードに関してQoSノードメトリックを決定する。ここで、各QoSノードメトリックは、QoSノードパラメータに対応する。

【0074】

QoSノードパラメータは、重要さの順番でランク付けされる(ブロック93)。このランク付けの1つの例は、表1の縦列の項目“CLNノード選択”で与えられる。しかしながら、他の適切なランク付けおよび/またはQoSパラメータが他の実施形態において用いられてよい。上述したように、ブロック94において、QoSノードパラメータに基づいて、QoSノードメトリックの各々に重み係数が乗ぜられる。また、重み係数を乗ぜられたQoSノードパラメータの総和を生成してもよい。ブロック95において、所定のクラスターの各ノードに関する重み係数を乗ぜられたQoSノードメトリック(または重み係数を乗ぜられたQoSノードメトリックの総和)が、お互いに対して比較され、方法が終了する(ブロック96)。また、QoSノードメトリックは、上述したものと同じであってよい。クラスターリーダーノードの指定とノード連合・参加の更なる詳細は、米国特許出願第10/134,559号に説明されている。

【0075】

本発明は、様々なタイプのQoSルートの選択からネットワークの自己編成までにわたる様々な適用において用いられる一般化されたノードメトリックとリンクメトリックを表して用いるメカニズムを提供することが、当業者によって理解されるであろう。上述したアプローチは、重み係数を乗ぜられたQoSの総和を用いることに関して説明されたが、総和することに加えて、他の適切な数学的な作用を用いて比較のための適切なデータが提供されてもよいことが理解されるであろう。いくつかの上述の実施形態では、QoSノードメトリックまたはQoSリンクメトリックだけが、説明されたが、様々な実施形態において、これらのメトリックの一方または両方が用いられてもよいことが理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従ったQoSルートをを含む移動アドホックネットワークの概略図である。

【図2】本発明に従ったQoSルートをを含む移動アドホックネットワークの概略図である。

【図3】本発明に従ったQoSルートをを含む移動アドホックネットワークの概略図である。

【図4】本発明に従ったQoSルートをを含む移動アドホックネットワークの概略図である。

【図5】本発明に従った移動アドホックネットワークにおけるQoSルートのための方法の段階を説明するフローチャートである。

【図6】本発明に従ったQoSメトリックの加重平均に

33

基づいてルートを選択する方法の態様を説明するフローチャートである。

【図7】本発明に従ったQoSメトリックの加重平均に基づいて隣接クラスターターゲットノードを選択する本発明の方法の態様を説明するフローチャートである。

【図8】本発明によるアドホックネットワークの概略図である。

【図9】ソースノードと目的地ノードの間の選択されたルートを示す図8のアドホックネットワークの概略図である。

【図10】本発明に従ったクラスターのグループ分けとクラスターリーダーノード指定を説明する概略図である。

【図11】本発明に従ったQoSメトリックの加重平均に基づいてノードをそれぞれのクラスターに関連付ける本発明の方法の態様を説明するフローチャートである。

34

【図12】本発明に従ったQoSメトリックの加重平均に基づいてクラスターリーダーノードを選択する本発明の方法の態様を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

1 ソースノード

2、3、5 中間ノード

4 目的地ノード

20 移動アドホックネットワーク

30 移動ノード

10 214 ソースノード

215 目的地ノード

211 ノード

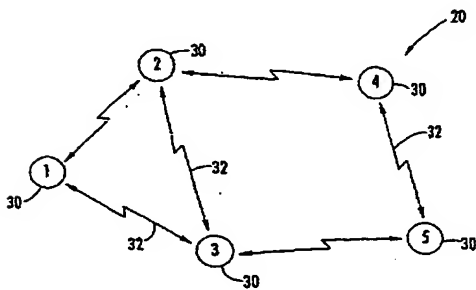
212 クラスター

213 無線通信リンク

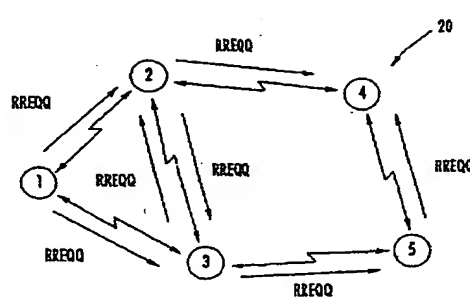
221 クラスターリーダーノード、クラスター

217a 隣接クラスターターゲットノード

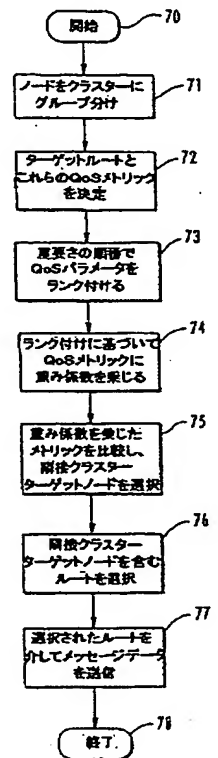
【図1】



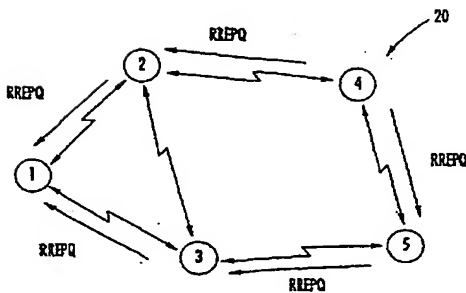
【図2】



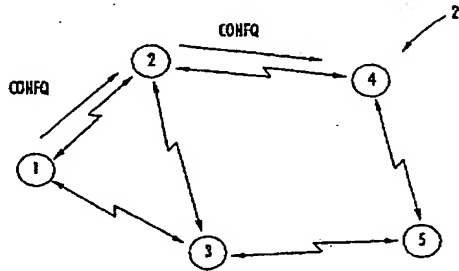
【図7】



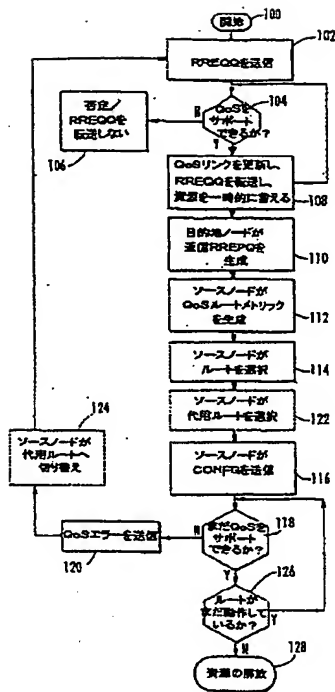
【図3】



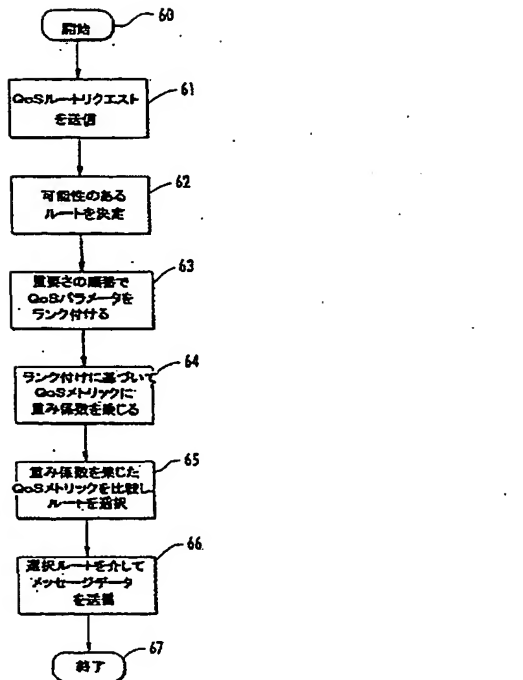
【図4】



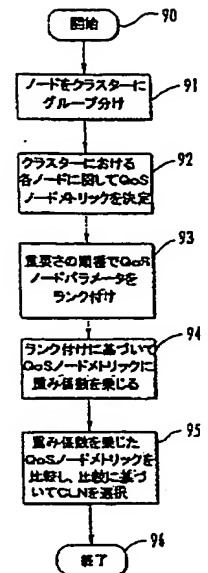
【図5】



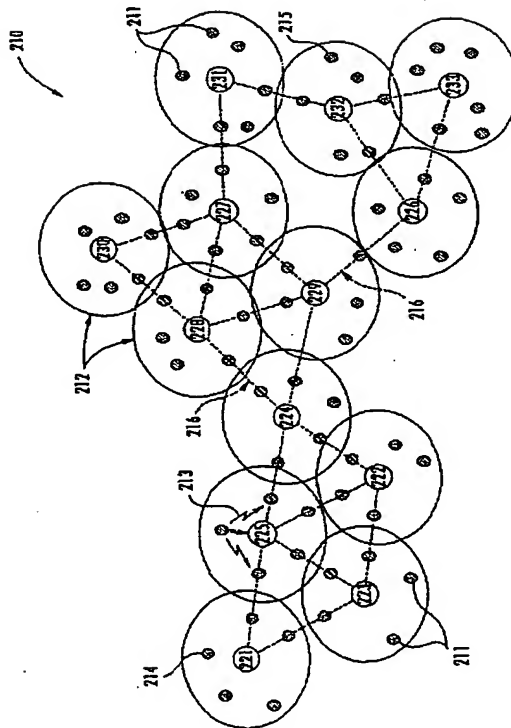
【図6】



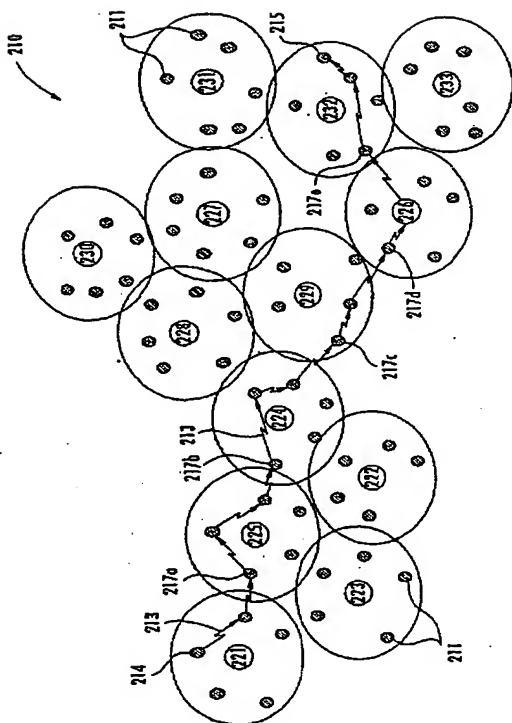
【図12】



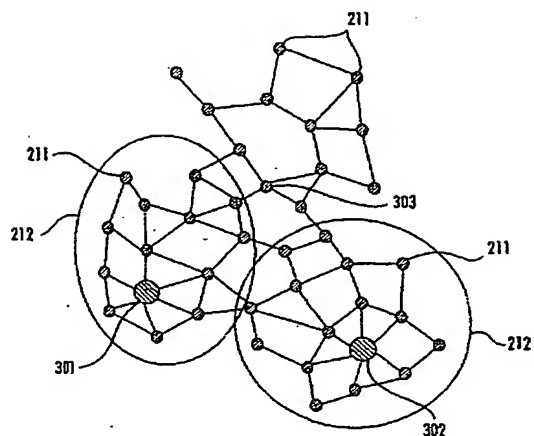
【図8】



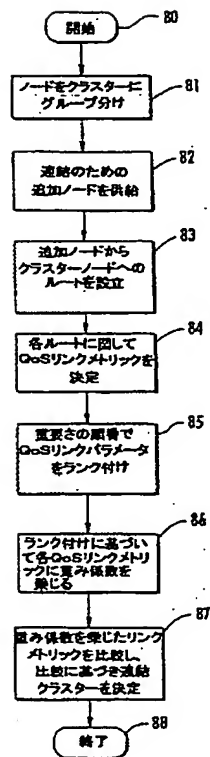
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョーゼフ ビブ ケイン

アメリカ合衆国 フロリダ 32903 インディアランティック メルバーン・アヴェニュー

200

(72)発明者 トマス ジェイ ビルハーツ

アメリカ合衆国 フロリダ 32934 メルバーン ポロニウス・レーン 2355

(72)発明者 ロバート アレックス ケネディー

アメリカ合衆国 フロリダ 32940 メルバーン シェフィールド・プレイス 5695

Fターム(参考) 5K030 JL01 JT09 LB05

5K033 DA17

5K034 AA02 AA10 DD03 EE11 HH01 HH02 LL01

5K067 DD45 EE02 EE06 EE10 EE41 GG01 HH05 HH22 JJ17